

北祁连山东段活动断裂带的分段性研究*

袁道阳 刘百箴 吕太乙 何文贵 刘小凤 甘卫军

(中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

摘要 根据北祁连山东段活动断裂带1:5万地质填图资料,系统分析了断裂带的几何学特征、位移分布、滑动速率、古地震及历史地震活动在时空上的非均匀性特征,研究了断裂带的破裂分段性.认为,北祁连山东段活动断裂带可以划分为老虎山断裂段和毛毛山-金强河断裂段两个一级破裂段,并且还可以分别进一步划分为老虎山东、西断裂段和毛毛山断裂段、金强河断裂段等二级破裂段.

主题词 北祁连山断裂带 地震活动性 古地震 分段

中国图书分类号 P315.1;P315.5

0 前言

北祁连山东段活动断裂带地处青藏高原隆起区的东北边缘,大地构造位于北祁连褶皱带与走廊过渡带的交接部位,由老虎山断裂(长70.5 km)、毛毛山断裂(长58.5 km)和金强河断裂(长47 km)组成,全长176 km,总体走向 $N70^{\circ}W$.断裂东端以喜集水左阶拉分盆地与海原断裂相搭接(阶距4 km),西端为冷龙岭断裂(图1).该断裂为一条形成历史悠久并长期活动的深大断裂,形成于加里东期,早期以挤压逆冲活动为主,大约在中更新世晚期其力学性质则转变为以左旋走滑为主兼具倾滑运动分量.沿断裂带形成了一系列断错微地貌,如断错山脊、水系、阶地和洪积扇等.该断裂为一条全新世活动断裂,由多条次级断裂段主要靠左阶羽列而成.其中,在老虎山断裂东段发生过1888年景泰6.8~7.0级地震,而在老虎山断裂西段发生过1990年天祝-景泰6.2级地震^[1].本文利用我们在1992~1995年期间进行的1:5万活动断裂地质填图资料,在分析断裂的位移分布、滑动速率、古地震及历史地震活动的时空非均匀性特征的基础上,着重讨论了断裂的破裂分段性.

1 断裂带的几何学特征

北祁连山东段活动断裂带所包括的老虎山、毛毛山及金强河断裂实际上是著名的海原断裂的西延部分,断裂总体结构较简单,是比较典型的左旋走滑断裂带,除了规模不等的不连续走滑段之外,在它们的两端往往形成相应层次的不连续阶区,其中以拉分盆地为主,也有少数右阶挤压区或断裂分叉、拐弯、交汇等结构特征,自东向西规模较大的有喜集水拉分盆地、黑马

收稿日期:1998-03-11

* 国家地震局合同项目(85-02-01-3-4)和地震科学联合基金资助课题(9500020),本文获第四届全国青年地震工作者优秀论文二等奖.

第一作者简介:袁道阳,男,1965年10月生,副研究员,主要从事地震地质研究工作.

圈河断裂分叉、天祝盆地、红腰岷断裂交汇等。现将北祁连山东段活动断裂带的几何分段性简述如下。

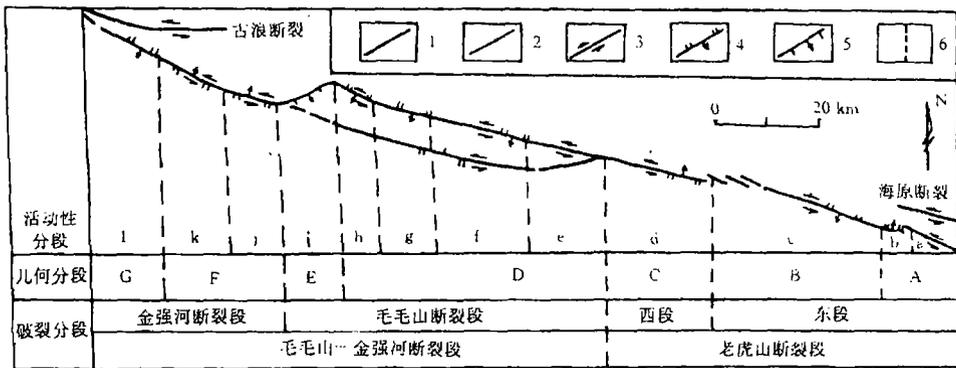


图1 北祁连山东段活动断裂展布及分段

Fig. 1 Distribution and segmentation of east segment of the northern Qilianshan fault zone.

1 全新世断裂; 2 晚更新世断裂; 3 走滑断裂; 4 逆断裂;

5 正断裂; 6 分段界线; 几何分段: A 喜集水盆地; B 老虎山; C 草峡段;

D 龙沟段; E 天祝盆地; F 金强河段; G 双龙沟段; 活动性分段: a 老庄沟段;

b 喜集水段; c 老虎山; d 草峡段; e 黑马圈河段; f 西大滩段; g 龙沟段;

h 大洪沟段; i 天祝盆地; j 金强河段; k 石桩沟段; l 双龙沟段

1.1 老虎山断裂

该断裂东起喜集水盆地南缘,穿过红灌沟、阿门岷至黑马圈河口,长70.5 km,整体走向 $N70^{\circ}\sim 80^{\circ}W$ 。由多条次级不连续段左阶羽列组成,多数阶距为100~300 m。只有断裂带东端与海原断裂相搭接的喜集水左阶拉分盆地阶距最大,达4 km。构成了一级分段的不连续结构。该断裂可进一步分成以下3个亚段:

(1)喜集水盆地段 由赵家岷经老庄沟、喜集水,止于松山水之东,长17 km,走向北西,倾向北东,倾角 $56^{\circ}\sim 75^{\circ}$,在煤洼山东和喜集水村存在阶距为150 m和200 m的两个小拉分盆地。断裂构成喜集水拉分盆地的南缘,其性质为兼具正断分量的左旋走滑。沿山前洪积扇形成正向断层陡坎。

(2)老虎山段 由松山水向西沿老虎山北缘经红灌沟、老虎沟、一座磨沟至阿门岷,全长30 km,走向 $N70^{\circ}W$,倾向南西,倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$,与前一段呈枢纽关系。段内的张家岭(右阶距300 m)、杨家磨(右阶距200 m)和下淌(左阶距150 m)3个阶区将本亚段分为4条更小的不连续段。运动性质为兼具正断分量的左旋走滑,在洪积扇上形成反向陡坎。

(3)草峡段 由阿门岷向西经草峡至黑马圈河口,长22.5 km,走向 $N80^{\circ}W$ 。在红圈湾存在一个阶距近100 m且重叠量达800 m的小拉分盆地。本段运动性质为兼具正断分量的左旋走滑。

1.2 毛毛山断裂

本段东起黑马圈河口的断裂分叉处,向西经独山子、西大滩和龙沟河而进入天祝盆地,走向为北西西,在天祝盆地转为北东,终止于天祝盆地西端的安远垭豁,全长58.5 km。本段连续性较好,可分为龙沟段和天祝盆地段。

(1)龙沟段 由黑马圈河口经独山子、香水沟、龙沟,最后止于盖菜坡,长47.5 km。走向

$N70^{\circ}\sim 80^{\circ}W$, 倾向南西, 倾角 $60^{\circ}\sim 65^{\circ}$. 该段以左旋走滑为主, 兼有逆断分量, 断裂往往由多条平行或斜交的断层组成.

(2) 天祝盆地段 是天祝拉分盆地的西北边缘, 构成雷公山与天祝盆地的分界, 长约 11 km, 大致呈北东向锯齿状延伸. 中东段以正断倾滑为主, 向西左旋走滑分量逐渐增加. 剖面上常呈现多条断层, 在上窑洞沟出现局部右阶挤压区.

1.3 金强河断裂

按其活动性可进一步分为金强河段和双龙沟段.

(1) 金强河段 由安远埡豁向西经大青河、克依沟、白水沟至石柱沟, 长 24 km, 总体走向 $N60^{\circ}\sim 70^{\circ}W$, 倾向北东, 倾角 60° , 是由多条次级断层羽列或平行排列组成的较复杂的构造带. 断裂西段小规模羽列段和小阶区较多. 断裂带位于雷公山南麓, 构成雷公山与扎龙掌盆地的分界线, 北侧抬升, 南侧下降.

(2) 双龙沟段 由石柱沟向西经双龙沟、抱牛咀到两头翘斜接于冷龙岭活动断裂, 长约 19 km, 走向由 $N60^{\circ}W$ 转为 $N75^{\circ}W$, 倾向南西, 高倾角. 断层平面形态呈向北凸出的折线型. 该段断裂第四纪早期具逆冲性质, 第四纪晚期新活动不明显.

2 断错微地貌及位移分布特征

该断裂带自中更新世以来, 由原来的压性转变为以左旋走滑为主的压扭性. 沿断裂带最突出的特点是各级断错地貌非常发育. 总体上可以分为两大类: 一类为断裂走滑运动所产生的错移地貌, 如水系、山脊、洪积台地、阶地等左旋断错; 二类为由断裂倾滑运动所产生的断错地貌, 如断层三角面、断层崖、断层陡坎、断陷洼坑、断裂沟槽、断错阶地及洪积扇等. 这两类地貌既可单独发育, 也可同时并存.

根据上述断错微地貌的证据与标志, 我们在室内航片解译的基础上, 在野外采用皮尺测量, 并对局部精彩地段进行了大比例尺平板仪实测. 结果表明, 沿断裂带的位移分布具有较明显的规律性^[2,3].

(1) 沿断裂带的水平位移和垂直位移均具有较明显的分组现象. 这反映了断裂活动主要以粘滑为主并具有分期活动的特点.

(2) 沿断裂带的位移分布具有非均匀性特点, 存在着幅度不等的峰值, 这反映了各断裂段活动强度存在一定的差异性. 水平位移的总趋势是: 断裂中间断距大, 端部或不连续部位(如阶区等)位移量减少, 具有较明显的位移累积滑动亏损特征. 相反, 垂直位移则在端部增大, 具补偿性.

(3) 目前测得的最大水平位移为老虎山断裂段的骗马沟 V 级洪积台地左旋断错 1 050 m, 金堂洼一级冲沟左错 935 m, 其时代为中更新世中期. 中更新世晚期(Q_2^3)以 IV 级台地断错为代表, 老虎山断裂的水平错距大约为 650 m, 毛毛山断裂为 540 m, 金强河断裂为 510 m 左右. 晚更新世早期(Q_3^1)以 III 级阶地断错为代表, 老虎山段水平断距为 290~350 m, 垂直断距为 8 m 左右; 毛毛山段水平断距为 140~150 m, 垂直断距在天祝盆地达 21.1 m; 金强河段水平断距为 40~150 m, 垂直断距达 40 m. 全新世以来 I 级阶地断错, 在老虎山段水平断距达 12~20 m, 垂直断距可达 2.2 m; 毛毛山段水平断距 15~17 m, 垂直断距 1.5~2.0 m(天祝盆地倾滑段达 4.1 m); 金强河段水平断距为 16~27 m, 垂直断距为 6.03~11.00 m.

3 滑动速率

为了求得断裂带不同时段较可靠的滑动速率,准确获得各级地貌的年代是关键.在工作中我们重点放在了阶地和洪积台地的位错量和年代的研究上,并注重吸收了近年来第四纪研究的最新成果,尤其是黄土中古土壤年代,建立了本地区晚第四纪各级地貌单元形成的年代序列.首先以那些层位关系清楚位移数据可靠的不同级别阶地的位移量为标准,而将介于这些标准断距之间的冲沟位错值与相应的古土壤年代进行对比,结果发现,沿断裂带的位移量组与黄土中标准的古土壤层有一一对应关系,从而求得断裂自中更新世以来不同时间段的滑动速率^[5](表1和表2).

表1 北祁连山东段活动断裂水平滑动速率对比

地质时代	地貌单元	古土壤层位	老虎山断裂				毛毛山断裂				金强河断裂				
			水平滑动速率 (mm/a)				水平滑动速率 (mm/a)				水平滑动速率 (mm/a)				
			绝对年代 (万年)	老庄沟段	喜集水段	老虎山段	草峡段	绝对年代 (万年)	黑马圈河段	西大滩段	龙沟河段	大洪沟段	绝对年代 (万年)	金强河段	石柱沟段
Q ₂	V级阶地	S ₄	37.8	2.40~2.80											
Q ₃	IV级台地	S ₂₋₂	21.7	3.00~3.15				21.7	2.48			21.7	2.35		
	冲沟	S ₁	10.8	3.66~4.28				10.8	3.33			10.8	3.70		
Q ₃	III级阶地	S _{mc}	7.2	4.10~4.80				7.9	2.00	1.59	2.14	7.9	1.84	0.82	
	冲沟	S _{mb}	4.19	4.40				4.19	2.62	2.24	2.24	4.19	2.60	1.90	
Q ₃	冲沟	S _{mb}	2.94	4.40~5.10				2.94	2.50			2.20	2.94	2.55	1.70
	II级阶地	S _{ma}	2.63	3.69~4.56				2.59	2.10	1.56	1.68	2.59	1.82	1.00	
Q ₃	冲沟	S ₀₋₃	1.29	5.97 5.58				1.29	3.20			2.70	1.29	2.56	1.55
Q ₄	冲沟	S ₀₋₃	0.9229	5.40	5.36		4.70	0.9229	3.85	3.46	3.20	2.50			
Q ₄	I级阶地	S ₀₋₂	0.4264	4.69	5.60	5.86	4.80	0.7200	3.70	2.06~2.50		0.6950	3.88	1.72	
Q ₄	冲沟	S ₀₋₁	0.2380	3.67	3.88	5.04	3.46	0.2380	2.94	2.50~3.36		0.2380	4.83		

表2 北祁连山东段活动断裂垂直滑动速率对比

地质时代	地貌单元	古土壤层位	老虎山断裂				毛毛山断裂				金强河断裂						
			水平滑动速率 (mm/a)				水平滑动速率 (mm/a)				水平滑动速率 (mm/a)						
			绝对年代 (万年)	老庄沟段	老虎山段	草峡段	绝对年代 (万年)	黑马圈河段	龙沟河段	绝对年代 (万年)	天祝盆地	绝对年代 (万年)	大青河段	北山根段	白水沟段	石柱沟段	
Q ₂	V级阶地	S ₄	37.8	37.8				37.8	0.11~0.12		37.8						
Q ₃	IV级台地	S ₂₋₂	21.7	21.7				21.7	0.13		21.7						
Q ₃	III级阶地	S _{mc}	7.2	0.11				7.9	7.9		0.27	7.9	0.50				
Q ₃	II级阶地	S _{ma}	2.63	0.13	0.26	2.59		0.30	0.17~0.26	1.47	0.69~1.15		2.59	0.65	0.36	0.20	0.10
Q ₄	I级阶地	S ₀₋₂	0.4264	0.516	0.58	1.05	0.7200	0.375	0.06~0.27	0.3795	0.79~1.08		0.6950	0.36	0.34	0.24	0.42

3.1 断层水平和垂直滑动速率随时间的变化

从表1和表2可以看出,自中更新世以来断裂带由逆冲性质转化为以走滑为主以后,其水平滑动速率基本上在逐渐增大.这一点在老虎山断裂上表现得最清楚,其走滑速率由Q₂时的2.6 mm/a和Q₃时的3.08 mm/a增大到晚更新世的4 mm/a以上,到了全新世增至5 mm/a以上.

整个断裂带的垂直滑动速率自中更新世以来一直也在增大.这一点在天祝盆地表现得最清楚.盆地内V级台地形成以来垂直滑动速率由0.12 mm/a和0.267 mm/a一直增大到Q₃的

0.92 mm/a 和全新世的 0.93 mm/a.

3.2 断层滑动速率在空间上的分布特征

除了随时间变化外,水平速率在断裂带不同区段差异也较大.表现在老虎山断裂的水平滑动速率要比毛毛山和金强河断裂的大,尤其是从晚更新世到全新世更为突出.如全新世时老虎山断裂的水平滑动速率达到 5 mm/a 以上,其它两条则在 3 mm/a 左右;老虎山断裂全新世滑动速率在各次级段上均表现为中间大,两端小的特点;毛毛山断裂则表现为自东向西滑速率逐渐减小的趋势.金强河断裂带滑动速率比毛毛山段有所减小,而且在金强河断裂内部有十分明显的尾端衰减特征.

沿断裂带垂直滑动速率似乎有自西向东增大的趋势,最大值在天祝盆地内.如Ⅱ级阶地形成以来其速率在老虎山段为 0.13~0.30 mm/a,毛毛山段与之相近,而到了天祝盆地猛增到 0.69~1.15 mm/a,最后到金强河段又减小到 0.20~0.65 mm/a.

总之,沿断裂带垂直和水平运动分量有明显的互补关系,也就是说,即水平速率大的地方垂直速率相对小,反之亦然.整个运动过程中的水平位移累积滑动亏损都得到垂直滑移的累积补偿.

4 历史地震与古地震特征

在北祁连山东段活动断裂带的老虎山断裂东段曾经发生过 1888 年景泰 6.8~7.0 级地震,形成了长约 38 km 的地震形变带,表现为纹沟断错、地震陡坎、沟槽、陷坑等;老虎山断裂西段发生了 1990 年天祝-景泰 6.2 级地震.此外沿整个北祁连山东段活动断裂带还保存有较清晰的古地震断裂和古断层崖等史前地震遗迹.尤其是在黑马圈河、大洪沟西、大青河等处尚有较新的古地震形变遗迹,表现为以挤压脊、沟槽、河漫滩断错为特征.

我们沿整个断裂带先后共开挖了 40 个探槽,其中 20 个有古地震现象,主要标志为埋藏古地震断层、裂缝充填楔、崩积楔、古地震塘积、地震扰动等.与此同时,我们还对断裂沿线发育在第四纪冲、洪积物上的古地震断层崖进行了实测(共 60 条),并运用扩散方程计算了断坎年代以作为确定古地震事件年代的补充.

综合探槽揭露的古地震事件与断崖计算获得的年代(图 2),沿断裂展布方向进行对比发现,本断裂全新世以来

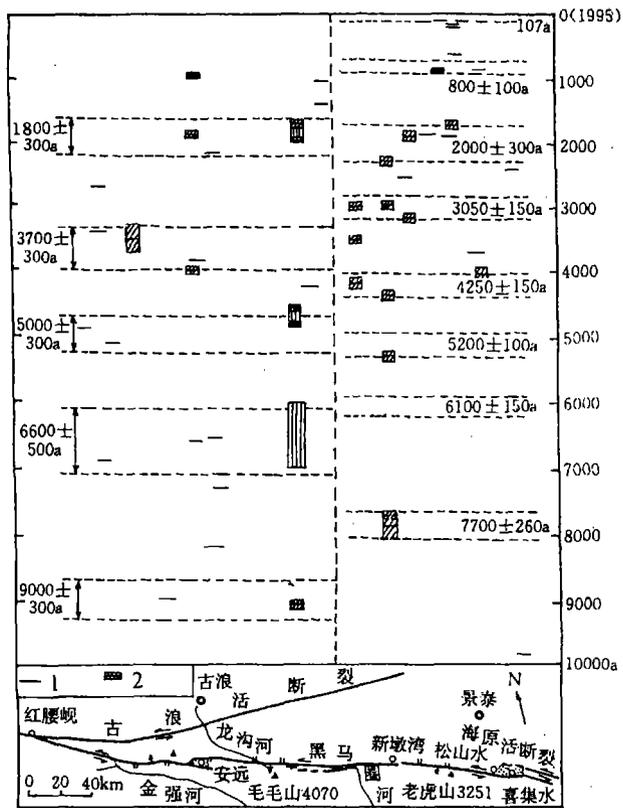


图 2 北祁连山东段活动断裂全新世古地震事件时序

Fig.2 Time sequence diagram of palaeoearthquakes in Holocene along east segment of the northern Qilianshan fault zone.

1 断坎年代; 2 ¹⁴C 或 TL 年代

地震活动具有较明显的非均匀性活动的特点,表现在活动期次的差异性、空间上的分段性和各段时间上的准周期性^[6].

(1) 沿断裂带古地震活动具有较大差异性.大体以天祝县松山乡黑马圈河林场检查站断裂分叉处为界,分为两大段.东段的老虎山断裂通常具准周期性并单独破裂,很少与毛毛山-金强河段组合破裂;西段的毛毛山-金强河断裂则通常组合在一起共同破裂.

(2) 沿老虎山活动断裂大致可以确定8次古地震事件,经对比校正后大致认为,其年代从新到老分别是距今107(1888年景泰7级地震)、 800 ± 100 、 $2\,000 \pm 300$ 、 $3\,050 \pm 150$ 、 $4\,250 \pm 150$ 、 $5\,200 \pm 100$ 、 $6\,100 \pm 150$ 和 $7\,700 \pm 260$ a,它们具有准周期性,平均复发间隔约为1 080a,震级7级左右.

(3) 沿毛毛山-金强河断裂大体可以确定5次古地震事件,其年代分别为距今1 800 \pm 300、 $3\,700 \pm 300$ 、 $5\,000 \pm 300$ 、 $6\,600 \pm 500$ 和 $9\,000 \pm 300$ a,它们也具准周期性,平均复发间隔为1 800a,震级7.5级左右.黑马圈河、大洪沟西、大青河等处至今仍保存有较新的古地震形变遗迹.可能就是毛毛山-金强河断裂最新活动的产物.

可见,北祁连山东段活动断裂具有分段破裂的特征.其中,老虎山断裂已发生过1888年景泰7级和1990年天祝-景泰6.2级地震,按复发间隔估计,本段未来一定时段内发生7级左右中强地震的可能性极小;而毛毛山-金强河断裂最近一次古地震年代为距今 $1\,800 \pm 300$ a,按平均复发间隔1 800a估计,本段断裂具有发生7.5级地震的潜在危险性,应当引起人们的高度重视.

上述结论与甘卫军根据断裂几何学特征(包括断裂深度、性质、单元破裂段长度、数目等参数)运用“特征地震综合模式^[7]”对北祁连山东段活动断裂破裂组合习性的计算机模拟结果^①极为一致(图3).

从图3可以看出,老虎山段除偶尔参与3段组合破裂之外,一般情况下,准周期单独破裂,很少与毛毛山段进行组合破裂;毛毛山段与金强河段常组合在一起共同破裂,平均周期约为1 800a.

上述两种方法所得结论不谋而合,仅用巧合是难以解释的,也许这正反映了该断裂的破裂活动习性,即分段性.

5 破裂分段性

随着对活动断裂研究的深入,破裂的分段性正日益引起人们的高度重视,因为我们知道,一次地震破裂事件并不能贯通整个断层,断层的活动具分段性,而通过活动

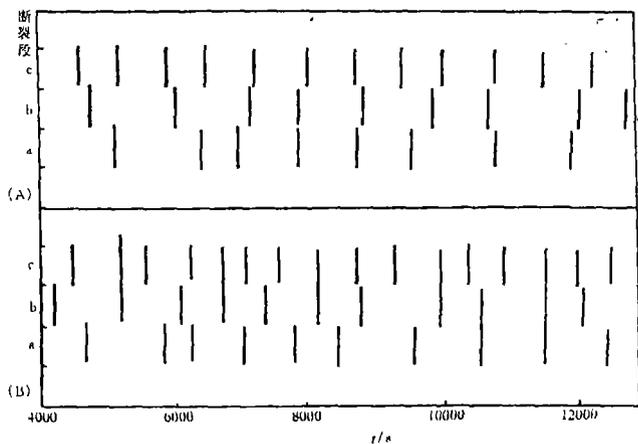


图3 北祁连山东段活动断裂带破裂序列模拟结果
(甘卫军, 1995)

Fig. 3 The simulated rupture sequences along the east segment of northern Qilianshan fault zone.

(A) “隔离状态下”的破裂序列; (B) 有相互作用时的破裂序列;

a 老虎山断裂; b 毛毛山断裂; c 金强河断裂

① 甘卫军. 北祁连山活动断裂东段大震危险性概率评估. 国家地震局兰州地震研究所硕士学位论文, 1995.

断裂定量研究进行地震预测及地震危险性分析的关键就是断裂的破裂分段.破裂段长度不仅决定了未来地震的震级上限,而且也决定了其发震的条件概率.但是破裂段并不总是对应着一个单独段,较多情况下可以包含两条或更多条断层段.也就是说,未来的地震破裂不一定是单元特征地震,也常出现多重特征地震,因此,由多条不连续断层段组成的活动断层上必然存在着段的组合.从破裂行为的角度来看,断层段的组合习性就成为破裂分段的关键所在.现在我们所讨论的活断层分段指的也正是破裂分段,而且主要是指最大破裂段的划分^[8].其目的就是要寻找和确定一条活动断层上未来地震破裂段的位置和地震强度.

通过对北祁连山东段活动断裂带的几何学、运动学、历史地震及大地震活动特征的分析,我们可以看出,该破裂具有较明显的活动非均匀性特征,表现为断裂活动具分段性.按照断裂带几何展布及其力学性质的差异,可以将该断裂划分为8个断裂段(图1),自东向西分别为喜集水段、老虎山段、草峡段、西大滩段、龙沟段、天祝盆地、金强河段和双龙沟段.若再考虑各段之位移幅度、滑动速率等活动性的差别,则可以划分出更细的多达12条断层段(图1).显然,这种几何学分段和活动性分段仅反映了一种活动的差异性而已,并不能真正反映断裂的破裂滑动行为特征,其分段主要根据断裂的不连续阶区、分叉、拐弯等标志,这些标志在有的段上不甚明显.

如果我们再结合整个断裂带的历史地震和古地震活动特征分析,就发现老虎山断裂与毛毛山和金强河断裂相比不但存在着位移幅度及滑动速率的较大差异,而且其古地震活动的期次、重复间隔、离逝时间也截然不同,表现在老虎山断裂经常单独破裂,而毛毛山、金强河断裂却经常组合在一起共同破裂.因此,从破裂分段的角度看,整个北祁连山东段活动断裂带可以划分为老虎山断裂和毛毛山-金强河断裂两条一级破裂段,其分段的标志为黑马圈河断裂分叉点.与此同时,在上述两条一级破裂段内,老虎山断裂东段曾发生过1888年景泰6.8~7.0级地震,西段发生了1990年天祝-景泰6.2级地震,毛毛山和金强河断裂除组合破裂之外,也常各自单独破裂.据此,可以将老虎山断裂划分为东西两条二级破裂段,分段标志为阿门岷左阶区及断层枢纽点,毛毛山-金强河断裂也可以划分为毛毛山和金强河两条次级破裂段,其上偶有单元特征地震发生,其分段标志为天祝盆地.值得指出的是,由于毛毛山、金强河断裂的走滑活动已贯通,使盆地西缘断裂局部段落已有走滑活动分量,该盆地的发育正向着缩小、消亡的方向发展^[9],其阶距由早期的5 km变为现在的2~3 km.因此,已不具阻止较大震级地震破裂的障碍体作用.

总之,对活动断裂进行分段性研究,其重点应该考虑断裂的破裂行为特征,而各段之间的组合是确定和划分最大破裂段的重要依据,应当引起高度重视.

参考文献

- 1 袁道阳,刘百篪,等.老虎山活断裂地震形变带研究.见:活动断裂研究3.北京:地震出版社,1994.151~159.
- 2 袁道阳,刘百篪,等.活动断裂的位移累积活动亏损及其破裂分段意义的初步研究.高原地震,1993,5(4):10~18.
- 3 何文贵,刘百篪,等.毛毛山断裂带晚第四纪活动特征.活动断裂研究5.北京:地震出版社,1996.63~77.
- 4 袁道阳,刘百篪,等.毛毛山断裂带位移累积滑动亏损特征及其分段意义讨论.西北地震学报,1996,18(4):59~67.
- 5 袁道阳,刘百篪,等.利用黄土剖面的古土壤年龄研究毛毛山断裂的滑动速率.地震地质,1997,19(2):1~8.
- 6 袁道阳,刘百篪,等.北祁连山东段活动断裂带古地震特征.华南地震,1997,17(2):24~31.
- 7 Cornell, C. A., et al. Seismic hazard induced by mechanically interactive fault segments. BSSA, 1993, 83:436~449.
- 8 丁国瑜.有关活断层分段的一些问题.中国地震,1992,8(2):1~10.
- 9 何文贵,刘百篪,等.天祝盆地边缘断层的全新世活动及盆地的演化与形成.西北地震学报,1996,18(1):61~66.

STUDY ON THE SEGMENTATION IN EAST SEGMENT OF THE NORTHERN QILIANSHAN FAULT ZONE

Yuan Daoyang Liu Baichi Lu Taiyi
He Wengui Liu Xiaofeng Gan Weijun
(*Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000*)

Abstract

In this paper, according to the 1:50 000 geological mapping information in east segment of the northern Qilianshan active fault zone, authors systematically analysed the geometry, inhomogeneity features of the displacement distribution, slip rates, palaeoearthquakes and historical earthquakes in time and space along the fault zone, then summarized the rupture segmentation. It is considered that the east segment of the active fault zone can be divided into Laohushan and Maomaoshan-Jinqianghe first class rupture segments. The Laohushan fault can be divided into east and west segments, the Maomaoshan-Jinqianghe fault can be divided into the Maomaoshan and Jinqianghe second class segments.

Key words Northern Qilianshan fault zone, Seismic activity, Palaeoearthquake, Segmentation

(上接 26 页)

THE STUDY ON SEISMIC SPATIAL CHARACTERS BY USING THE SELF-ORGANIZED CRITICAL PHENOMENON

Lan Congxin Guo Daqing
(*Seismological Bureau of Beijing City, Beijing 100080*)
Shi Telin Yang Liming
(*Lanzhou Institute of Seismology, CSB, Lanzhou 730000*)

Abstract

The theory of self-organized critical phenomenon is used to do a deepgoing research in earthquake prediction. Based on the physical meaning of all the variables, their usability in seismic science is discussed. The critical point problem about increasing small or moderate events before a strong earthquake is studied. Both the critical probability and the threshold of the correlation length are quantified. The spatial evolution pattern is essentially a kind of quantitative seismicity distribution map and can give approximate prediction for the spatial position of a future earthquake.

Key words Earthquake prediction, Self-organized critical phenomenon, Critical probability, Correlation length, Seismically spatial evolution pattern